

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-020076

(43)Date of publication of application : 23.01.2001

(51)Int.Cl.

C23C 16/44
C23F 4/00
H01L 21/3065
H01L 21/31
// C23C 14/00

(21)Application number : 11-191942

(71)Applicant : HITACHI KOKUSAI ELECTRIC INC

(22)Date of filing : 06.07.1999

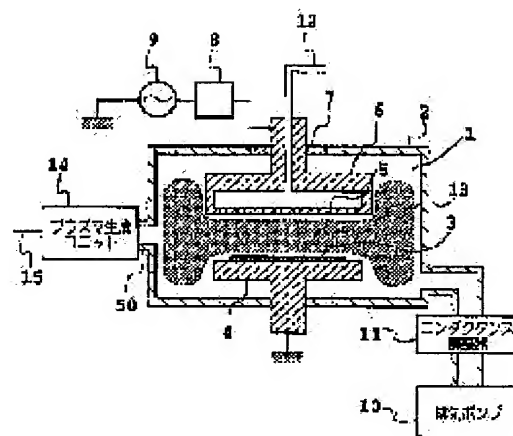
(72)Inventor : TOYODA KAZUYUKI
TANAKA TSUTOMU
MAKIGUCHI KAZUMASA
SATO TAKAYUKI

(54) METHOD AND DEVICE FOR CLEANING REACTION CHAMBER

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To reduce damages to each part in a reaction chamber caused by, plasma, and to enable the uniform cleaning.

SOLUTION: In a plasma CVD device to introduce a treatment gas into a reaction chamber 1 and form a film on a substrate 3 using the treatment gas, a plasma generation unit 14 is provided on introduction piping 15 to introduce the cleaning gas in the reaction chamber 1, the cleaning gas is activated by the plasma generated in a plasma generation unit 14 during a spare time to form the film on the substrate, and the activated cleaning gas is introduced in the reaction chamber 1 to clean the inside of the reaction chamber 1.



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-20076

(P2001-20076A)

(43) 公開日 平成13年1月23日 (2001.1.23)

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	7-マージン ^(参考)
C 2 3 C 16/44		C 2 3 C 16/44	J 4 K 0 2 9
C 2 3 F 4/00		C 2 3 F 4/00	Z 4 K 0 3 0
H 0 1 L 21/3065		H 0 1 L 21/31	C 4 K 0 5 7
21/31		C 2 3 C 14/00	B 5 F 0 0 4
// C 2 3 C 14/00		H 0 1 L 21/302	N 5 F 0 4 5
審査請求 未請求 請求項の数11 O L (全 16 頁)			

(21) 出願番号 特願平11-191942

(22) 出願日 平成11年7月6日 (1999.7.6)

(71) 出願人 000001122

株式会社日立国際電気

東京都中野区東中野三丁目14番20号

(72) 発明者 豊田 一行

東京都中野区東中野三丁目14番20号 国際
電気株式会社内

(72) 発明者 田中 勉

東京都中野区東中野三丁目14番20号 国際
電気株式会社内

(74) 代理人 100090136

弁理士 油井 達 (外2名)

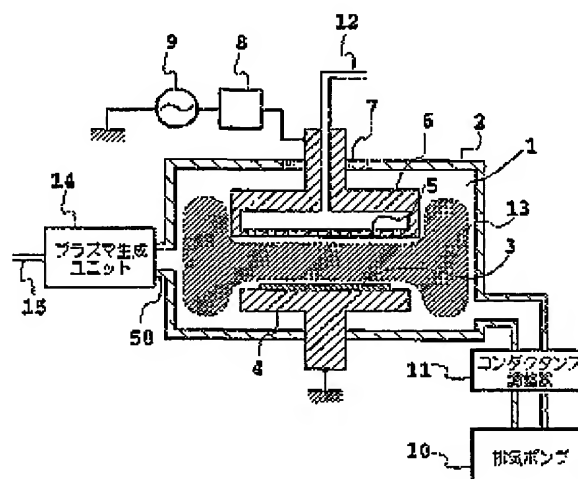
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 反応室のクリーニング方法及び装置

(57) 【要約】

【課題】 プラズマによる反応室内各部のダメージを軽減することができると共に、均一なクリーニングを可能にする。

【解決手段】 反応室1の内部に処理ガスを導入し、該処理ガスを用いて基板3に対し成膜を行うプラズマCVD装置において、反応室1内にクリーニングガスを導入する導入管路15上にプラズマ生成ユニット14を設け、基板に対する成膜処理を行う空き時間に、プラズマ生成ユニット14で生成したプラズマによりクリーニングガスを活性化させ、該活性化させたクリーニングガスを反応室1内に導入して、反応室1内をクリーニングする。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 反応室の内部に処理ガスを導入し、該処理ガスを用いて被処理物に対し物理化学的処理を施す処理装置の前記反応室のクリーニング方法において、

前記反応室内にクリーニングガスを導入する経路の反応室近傍にプラズマ生成ユニットを設け、前記被処理物に対する処理の空き時間に、前記プラズマ生成ユニットで生成したプラズマによりクリーニングガスを活性化させ、該活性化させたクリーニングガスを前記反応室内に導入して反応室内をクリーニングすることを特徴とする反応室のクリーニング方法。

【請求項2】 反応室の内部に処理ガスを導入し、該処理ガスを用いて被処理物に対し物理化学的処理を施す処理装置の前記反応室のクリーニング装置において、

前記被処理物に対する処理の空き時間に、前記反応室内にクリーニングガスを導入するクリーニングガス導入手段と、

該クリーニングガス導入手段のガス導入経路の反応室近傍に設けられ、反応室内のクリーニング時にプラズマを生成し、該プラズマにより反応室内に導入するクリーニングガスを活性化させるプラズマ生成ユニットとを備えたことを特徴とする反応室のクリーニング装置。

【請求項3】 前記プラズマ生成ユニットのプラズマ源が、コイルに高周波電力を印加し、それにより発生する高周波電磁界によってプラズマを生成する誘導結合型のものであることを特徴とする請求項2記載の反応室のクリーニング装置。

【請求項4】 前記反応室とプラズマ生成ユニットのプラズマ室との間にゲート弁を設けたことを特徴とする請求項2または3記載の反応室のクリーニング装置。

【請求項5】 前記プラズマ生成ユニットのプラズマ室から反応室までの間に、該プラズマ生成ユニットで生成したプラズマの反応室内への流入を阻止するグリッドを設けたことを特徴とする請求項2～4のいずれかに記載の反応室のクリーニング装置。

【請求項6】 前記グリッドをアースに接続したことを特徴とする請求項5記載の反応室のクリーニング装置。

【請求項7】 前記グリッドに正の直流電圧を印加したことを特徴とする請求項5記載の反応室のクリーニング装置。

【請求項8】 前記グリッドに負の直流電圧を印加したことを特徴とする請求項5記載の反応室のクリーニング装置。

【請求項9】 前記グリッドを2段に設け、一方のグリッドに正の直流電圧を印加し、他方のグリッドに負の直流電圧を印加したことを特徴とする請求項5記載の反応室のクリーニング装置。

【請求項10】 前記コイルに高周波電力を印加するための高周波電源に、正弦波を断続的に発生させるタイムモジュレーション機能を持たせたことを特徴とする請求

項3～9のいずれかに記載の反応室のクリーニング装置。

【請求項11】 前記プラズマ生成ユニットから流出する活性化されたクリーニングガスを、反応室の少なくとも2カ所以上の場所から反応室内に供給するように構成したことを特徴とする請求項2～10のいずれかに記載の反応室のクリーニング装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、反応室内にてシリコン基板やガラス基板などの被処理物に対して薄膜を形成したり、薄膜のエッチングを行ったりする処理装置において、反応室内のクリーニングを行う方法及び装置に関する。

【0002】

【従来の技術】たとえば、半導体製造工程の一つに、ウェーハ（被処理物）上にプラズマを利用して所定の成膜を施すプラズマCVD（Chemical Vapor Deposition）成膜工程がある。これは、真空保持された反応室内にウェーハを配置し、反応室内に処理ガスを供給しながら、高周波電力を放電用コイルや放電用電極に印加して、反応室内にプラズマを発生させ、該プラズマにより処理ガスを分解して化学反応を起こさせ、それによりウェーハの表面上に薄膜を形成するというものである。

【0003】通常、このような成膜工程を繰り返すと、反応室の内壁表面や電極表面などにも膜が付着していき、ある膜厚以上になると、膜剥がれを生じて、パーティクル発生の原因となる。このため、通常の処理装置では、基板1枚ごとに、あるいは基板数枚ごとに1回の割合で、クリーニング工程を実施し、反応室のメンテナンス周期を延ばすようにしている。以下、具体的なプラズマ処理装置を例にとって説明する。

【0004】図18は、従来の平行平板型プラズマCVD装置の一例を示している。反応室1は、アルミニウムなどの金属材料製の真空容器2で気密に構成されている。反応室1の内部には、被処理物である基板（ウェーハ等）3を載置する基板載置台4が設置されている。基板載置台4は、内蔵したヒータユニット（図示略）により、基板3を所定温度に加熱できるようになっている。また、この場合の基板載置台4はアースに接続されている。

【0005】基板載置台4の対向する上部には、基板載置台4と平行に上部電極6が配設されている。上部電極6の下面側は、ガス導入口12から導入された処理ガス（反応性ガス）を、反応室1内部にシャワー状に供給するためのシャワー板5となっている。この場合の上部電極6はカソード電極としての機能を果たすもので、絶縁ブロック7によって真空容器2と絶縁され、整合器8を介して高周波電源9に接続されている。

【0006】また、反応室1内における基板3の処理は

減圧雰囲気で行うため、反応室1の周壁下部には、反応室1内の雰囲気ガスを排気するための排気ポンプ10が、コンダクタンス調整器11を介して接続されている。コンダクタンス調整器11は、排気経路の排気コンダクタンスを調整して反応室1内部の圧力を調節するためのものである。

【0007】次にこの装置の基板処理の流れについて説明する。まず、排気ポンプ10によって充分排気された反応室1内の基板載置台4の上面に、図示略の基板搬送手段によって基板3を搬送し載置する。次に、基板載置台4に内蔵したヒータユニットにより、その基板3をそ

の処理に適した温度に加熱する。

【0008】基板3を所定温度に加熱したら、ガス導入口12から所定流量の処理ガスを上部電極6に供給し、上部電極6の下面のシャワー板5から反応室1内にシャワー状に吹き出させる。そして、図示しない圧力測定器とコンダクタンス調整器11の作用により、反応室1内の圧力を所定の値に保持する。

【0009】この状態で、高周波電源9の出力する高周波電力を、整合器8を介してカソード電極としての機能を果たす上部電極6に印加する。そうすると、上部電極6と基板載置台4間に発生する電界の作用により、反応室1内にプラズマ13が生成され、基板載置台4上の基板3の表面に薄膜が形成される。

【0010】この時、反応室1内部に生成されたプラズマ13は、反応室1内の広い範囲に広がる。このため、真空容器2の壁の表面、基板載置台4の側面及び裏側、上部電極6の側面及び裏側などに薄膜が付着する。

【0011】基板3は薄膜形成の処理が終わると、図示しない基板搬送機構により、反応室1の外に搬出され、新たに処理すべき基板3が搬入される。これを繰り返すことにより、反応室1内の各部に付着した薄膜は少しずつ厚くなり、やがて剥がれるような状態になる。特に、基板3の上方部に付着した薄膜は、基板3の処理中あるいは搬送中に基板3の上に落下したりするおそれがある。

【0012】基板3の上にこれら薄膜の落下物が付着すると、工程不良となり、歩留まりが低下する。このため、反応室1の内部は定期的にクリーニングする必要がある。その方法としては、反応室1内を大気圧に開放して、直接作業者が反応室1内の各部を水や有機溶剤を濃縮したものに含ませて拭き取ったり、付着物が強固な場合は、ナイフ状のもので削り取ったりする方法と、反応室を開放せず、クリーニングガス等を反応室に導入して、付着物を化学的、物理的作用で除去するインサイチュークリーニングの方法がある。

【0013】インサイチュークリーニングの一つの方法として、プラズマクリーニングがある。プラズマクリーニングは、被処理物である基板3の処理を1回以上行った後に、基板3の無い状態で行う。即ち、反応室1から

基板3を搬出した後、反応室1の内部にガス導入口12から、薄膜を除去するためのエッチングガス（クリーニングガス）を導入する。

【0014】そして、薄膜形成と同様に、図示しない圧力測定器とコンダクタンス調整器11の作用により、反応室1内をプラズマクリーニングに適した所定の圧力に保持した後、高周波電源9の出力する高周波電力を、整合器8を介して上部電極6に印加することで反応室1内にプラズマを生成し、反応室1内に生成したプラズマ13により、反応室1内の各部に付着した薄膜をエッチングにより除去する。

【0015】このようなプラズマクリーニングにより、基板3の処理工程の合間に、反応室1内の各部に形成される薄膜を除去することができる。そのため、被処理の歩留まりを向上させることができる。

【0016】次に他のタイプの処理装置の例を説明する。図19は、誘導結合型プラズマCVD装置の一例を示す。本図に示すプラズマCVD装置は、反応室100を、下部構造体106と上部のセラミックドーム（誘導体ドーム）103とで構成しており、下部構造体106にターボ分子ポンプ107が設けられている。

【0017】反応室100の内部には、バイアス印加用電極を兼ねたウェーハ吸着固定用の静電チャック101が設けられており、静電チャック101上にウェーハ（本図では図示略）を配置できるようになっている。110は、静電チャック101用の直流電源である。処理ガス（反応ガス）は、セラミックドーム103上に置かれたシャワー板105、SiH₄、ガス用リングノズル111、酸素ガス用リングノズル112にそれぞれ別系統で接続されたガス供給管153、151、152を通して供給されるようになっている。

【0018】また、セラミックドーム103の周囲には、高周波電源108に接続されたコイル104が配置されており、反応室100内に導入された反応ガスにコイル104によって高周波を誘導的に印加することで、低圧力（1Pa）でも高密度なプラズマを発生させて、ウェーハ上に所定の成膜を行えるようになっている。

【0019】この装置は、さらに静電チャック101の下部に水冷ジャケットを備えた下電極102を有し、この下電極102に高周波電源109の出力する13.56MHzの高周波電力を供給することで、コイル104によって生成されたプラズマをウェーハ上に引き込み、スパッタデポを実現するようになっている。

【0020】このプラズマCVD装置は、上述した平行平板型のプラズマCVD装置と区別され、HDP（High Density Plasma）-CVD装置と呼ばれている。

【0021】このHDP-CVD装置の場合も、成膜回数をこなしていくに従い、反応室100の内表面等に膜が堆積していく。この膜の堆積は、パターン欠陥や不良の原因となるパーティクル発生の原因になるので、このバ

パーティクルの発生量が多くなると、装置をいったん止めて、反応室100内をクリーニングする必要がある。いったん装置を止め、掃除して再度立ち上げ、成膜可能な状態にするのにかかる時間は、約4～5時間である。このため、半導体メーカーは、できる限りパーティクル発生周期を長くするために、基板1枚を処理するごとに、または、基板数枚を処理するごとに、1回の割合でエッチングガス(C₂F₆等のクリーニングガス)を反応室100内に導入してプラズマを発生させ、反応室100内に堆積した膜をエッチングにより除去するようにしている。

【0022】

【発明が解決しようとする課題】ところで、上述したように反応室1、100内においてプラズマを発生させて行うインサイチュークリーニングには、次に述べるようないくつかの問題点がある。

【0023】一つは、反応室1、100内でプラズマを直接発生させてエッチングガスにより付着物を除去するので、プラズマによって反応室1内の各部(反応室内壁や静電チャック、電極等)がダメージを受けることである。つまり、プラズマは荷電粒子であるため、分子や原子などの中性粒子と異なり、電界で加速され、中性粒子より相当大きなエネルギーを持つ。このため、反応室1、100内の壁や電極表面等に激しく衝突し、物理的にダメージを与える(スパッタリング作用)。また、表面に付着した反応性の粒子にもエネルギーを与えて活性化するため、化学反応も促進する。このように、荷電粒子の持つ高いエネルギーのため、低温でも大きな速度でエッチングが進行し、反応室1内の各部材自体をも少しずつエッチングしてしまう。

【0024】もう一つは、インサイチュークリーニングプロセスは、ウェーハのエッチングではなく、反応室内壁表面や電極表面等に付着した反応生成物をエッチングにより除去しようとするものなので、均一なクリーニングができないことである。つまり、プラズマクリーニング時に生成されるプラズマの密度分布はクリーニングに適するようには一様ではなく、反応室内部の構造によって、濃いところや薄いところ、また、イオン衝撃を強く受けるところ、僅かしか受けないところなどがある。このため、エッチング速度も一様ではなく、薄膜(反応生成物)が早く取れる場所と、なかなか取れない場所が出てくる。

【0025】このため、薄膜が早く取れた場所の部材表面は地肌が露出した状態になり、長期間プラズマに晒されることになる。そして、エッチングの遅い箇所に合わせることをめた、その後もエッチング速度の速い部分のクリーニングが継続して行われることにより、エッチング速度の速い部分に関しては、エッチングダメージが進行する。従って、クリーニングによる部材の消耗のバラツキが大きくなる等の問題がある。

【0026】本発明は、上記事情を考慮し、プラズマによる反応室内各部のダメージを軽減することができると共に、均一なクリーニングを可能にする反応室のクリーニング方法及びクリーニング装置を提供することを目的とする。

【0027】

【課題を解決するための手段】請求項1の発明は、反応室内の内部に処理ガスを導入し、該処理ガスをを用いて被処理物に対し物理化学的処理を施す処理装置の前記反応室のクリーニング方法において、前記反応室内にクリーニングガスを導入する経路の反応室近傍にプラズマ生成ユニットを設け、前記被処理物に対する処理の空き時間に、前記プラズマ生成ユニットで生成したプラズマによりクリーニングガスを活性化させ、該活性化させたクリーニングガスを前記反応室内に導入して反応室内をクリーニングすることを特徴とする。

【0028】請求項2の発明は、反応室内の内部に処理ガスを導入し、該処理ガスをを用いて被処理物に対し物理化学的処理を施す処理装置の前記反応室のクリーニング装置において、前記被処理物に対する処理の空き時間に、前記反応室内にクリーニングガスを導入するクリーニングガス導入手段と、該クリーニングガス導入手段のガス導入経路の反応室近傍に設けられ、反応室内のクリーニング時にプラズマを生成し、該プラズマにより反応室内に導入するクリーニングガスを活性化させるプラズマ生成ユニットとを備えたことを特徴とする。

【0029】請求項1及び請求項2の発明では、反応室内のクリーニング時に、反応室内でプラズマを発生させてクリーニングガスを活性化させるのではなく、反応室外に設けたプラズマ生成ユニットでプラズマを発生させ、そのプラズマでクリーニングガスを活性化させた上で、その活性化したクリーニングガスを外部から反応室内に導入するようにしているので、反応室内にプラズマが流入するのを極力抑えることができ、プラズマによる反応室内でのスパッタリング作用を防止して、プラズマによる反応室内各部のダメージの進行を軽減することができる。また、反応室内でのスパッタリング作用を防止できると共に、反応室内のプラズマ密度の不均一による問題を解消できるので、局所的なエッチングの進行を回避して、バラツキのない一様なクリーニング効果を達成することができる。従って、局所的な部材の消耗を減らすことができると共に、クリーニング時間の短縮を図ることもできる。

【0030】請求項3の発明は、請求項2において、前記プラズマ生成ユニットのプラズマ源が、コイルに高周波電力を印加し、それにより発生する高周波電磁界によってプラズマを生成する誘導結合型のものであることを特徴とする。

【0031】この発明では、誘導結合型のプラズマ源を用いるので、マイクロ波型のプラズマ源を利用する場合

と比べて、高周波電源の周波数を2桁程度小さくすることができる。ちなみに、マイクロ波型の場合は通常2.45 (GHz) の周波数であるが、誘導結合型の場合は通常13.56 (MHz) の周波数である。また、誘導結合型の場合は、パイプで誘導コイルを構成することができるので、その中に冷却水を通すことで冷却構造の簡素化を図ることができるし、放電部に高周波パワーを有効に投入することもできる。

【0032】請求項4の発明は、請求項2または3において、前記反応室とプラズマ生成ユニットのプラズマ室との間にゲート弁を設けたことを特徴とする。

【0033】この発明では、反応室とプラズマ生成ユニットのプラズマ室との間に設けたゲート弁を開めることにより、反応室内で処理中のガスが、プラズマ生成ユニット側へ流れ込むのを防止することができる。また、クリーニング時にはゲート弁を開くことで、プラズマ生成ユニットで活性化したクリーニングガスを反応室内に導入することができる。

【0034】請求項5の発明は、請求項2～4のいずれかにおいて、前記プラズマ生成ユニットのプラズマ室から反応室までの間に、該プラズマ生成ユニットで生成したプラズマの反応室内への流入を阻止するグリッドを設けたことを特徴とする。この場合のグリッドは、適当な目組の金属メッシュ（アルミニウム製等）やパンチングメタル等で構成することができる。

【0035】この発明では、グリッドの電気的な作用により、荷電粒子の電荷がグリッドに流れたり、あるいは、電圧で反発されたりするため、グリッドを通過する荷電粒子の量が減る。つまり、クリーニングガスのラジカルのみを反応室内に導入することができ、プラズマの流入を阻止することができる。

【0036】請求項6の発明は、請求項5において、前記グリッドをアースに接続したことを特徴とする。

【0037】この発明では、クリーニングガスの流れに従って荷電粒子も反応室側へ流れていくが、アース接続されたグリッドの壁に荷電粒子が触れることで電荷を失う。このため、グリッドのない場合に比べると、プラズマ生成ユニットから反応室側へ流れる荷電粒子の量を著しく減らすことができる。

【0038】請求項7の発明は、請求項5において、前記グリッドに正の直流電圧を印加したことを特徴とする。

【0039】この発明では、正に帯電した粒子（イオン）が、グリッドの正の電圧で反発されて、グリッドに近づけなくなるため、プラズマ生成ユニットから反応室側へ流れる正に帯電した粒子（イオン）の数を減らすことができる。

【0040】請求項8の発明は、請求項5において、前記グリッドに負の直流電圧を印加したことを特徴とする。

【0041】この発明では、負に帯電した粒子（電子や負イオン）が、グリッドの負の電圧で反発されて、グリッドに近づけなくなるため、プラズマ室から反応室側へ流れる負に帯電した粒子（電子や負イオン）の数を減らすことができる。

【0042】請求項9の発明は、請求項5において、前記グリッドを2段に設け、一方のグリッドに正の直流電圧を印加し、他方のグリッドに負の直流電圧を印加したことを特徴とする。

【0043】この発明では、正に帯電した粒子（イオン）が、正の直流電圧を印加されたグリッドで反発されて、該グリッドに近づけなくなるため、プラズマ生成ユニットから反応室側へ流れる正に帯電した粒子（イオン）の数を減らすことができる。また、負に帯電した粒子（電子や負イオン）が、負の直流電圧を印加されたグリッドで反発されて、該グリッドに近づけなくなるため、プラズマ室から反応室側へ流れる負に帯電した粒子（電子や負イオン）の数を減らすことができる。つまり、正負の荷電粒子を、それぞれ電気的な力でプラズマ生成ユニット側に押し返すことができ、反応室内への荷電粒子の流入を有効に阻止することができる。

【0044】請求項10の発明は、請求項3～9のいずれかにおいて、前記コイルに高周波電力を印加するための高周波電源に、正弦波を断続的に発生させるタイムモジュレーション機能を持たせたことを特徴とする。

【0045】この発明では、高周波電源に、正弦波を断続的に発生させるタイムモジュレーション機能を持たせているので、生成したプラズマの電子温度のコントロールが可能となり、クリーニングに適した中性活性種の生成量を増やすことができる。

【0046】請求項11の発明は、請求項2～10のいずれかにおいて、前記プラズマ生成ユニットから流出する活性化されたクリーニングガスを、反応室の少なくとも2カ所以上の場所から反応室内に供給するように構成したことを特徴とする。

【0047】この発明では、反応室の2カ所以上の場所からクリーニングガスを導入するようにしたので、反応室全体にクリーニングガスを拡散させることができ、クリーニング効果を反応室全体に広げることができる。

【0048】

【発明の実施の形態】以下、本発明の各実施形態を図面を参照しながら説明する。

【0049】図1は本発明のクリーニング装置を含んだ平行平板型プラズマCVD装置の断面図である。図示するプラズマCVD装置は、図18に示した従来例と類似のものであるので、異なる点のみを詳しく説明し、同一要素には図中同符号を付して説明を省略する。

【0050】本装置が図18に示した従来装置と違う点は、反応室1内へ処理ガスを導入する処理ガス導入経路（ガス導入口12）と独立して、反応室1内にクリーン

ングガスを導入するクリーニングガス導入経路15を設け、そのクリーニングガス導入経路15上に、プラズマ生成ユニット14を配置している点である。このプラズマ生成ユニット14は、基板処理の空き時間に実施するクリーニング時に、プラズマを生成して、該プラズマにより反応室1内に導入するクリーニングガスを活性化させるものである。

【0051】プラズマ生成ユニット14は、図1に示すように、反応室1を構成する真空容器2の近傍に設けて、ガス輸送管路50を介して反応室1とつないでもよいし、クリーニングガスのラジカル（活性種）を一層効率良く反応室1へ導入するために、図2に示すように、真空容器2の外壁に直接取り付けてもよい。

【0052】次に本装置の動作及び反応室のクリーニング方法について説明する。反応室1内に処理すべき基板3を搬入して、基板3の表面に薄膜を形成する工程は従来と同じである。違うのは、クリーニング工程（クリーニングの方法）である。反応室1内のクリーニングは、被処理物である基板3の成膜処理を1回以上行った後に、基板3のない状態、つまり基板3を反応室1外に取り出した状態で行う。

【0053】反応室1から基板3を搬出した後、プラズマ生成ユニット14内部に、クリーニングガス導入経路15から、薄膜を除去するためのクリーニングガスを導入する。クリーニングガスは、例えば C_2F_6 、 CF_4 、 NF_3 、 N_2 、 N_2O 、 O_2 の中から選択して、単独あるいは組合わせて用いる。

【0054】組み合わせの例としては、

- (a) $C_2F_6 + O_2$
- (b) $CF_4 + O_2$
- (c) $NF_3 + C_2F_6 + O_2$
- (d) $C_2F_6 + N_2O$
- (e) $C_2F_6 + O_2 + N_2$

等がある。

【0055】クリーニングの際には、薄膜形成のときと同様に、図示しない圧力測定器とコンダクタンス調整器11の作用により、反応室1の内部を所定の圧力に保持し、クリーニングガスをプラズマ生成ユニット14に導入する。そして、プラズマ生成ユニット14の高密度型プラズマ源により、プラズマを生成し、プラズマ生成ユニット14で生成したクリーニングガスのプラズマの一部及び大量の中性活性種を反応室1内へ送り込む。それにより、反応室1内の種々の部材の表面に付着した薄膜をエッチング作用により除去することができ、除去物質をクリーニングガスと共に反応室1の外部に排気することができる。

【0056】この場合、クリーニング時に、反応室1内でプラズマを発生させてクリーニングガスを活性化させるのではなく、反応室1外に設けたプラズマ生成ユニット14でプラズマを発生させ、そのプラズマでクリーニ

ングガスを活性化させ、その上で、その活性化したクリーニングガスを反応室1内に導入するので、反応室1内にプラズマが流入するのを極力抑えることができ、反応室1内のプラズマ密度の不均一による問題を解消することができる。従って、プラズマによる反応室1内でのスパッタリング作用を防止することができ、プラズマによる反応室1内各部のダメージの進行を軽減することができる。

【0057】また、反応室1内でのスパッタリング作用を防止できると共に、反応室1内のプラズマ密度の不均一による問題を解消できるので、局所的なエッチングの進行を回避して、バラツキのないようなクリーニング効果を達成することができる。従って、局所的な部材の消耗を減らすことができると共に、クリーニング時間の短縮を図ることもできる。

【0058】次に、上記プラズマ生成ユニット14を含めた部分の具体的な構造例を図3～図11を用いて説明する。

【0059】図3は、反応室1を構成する真空容器2の外壁に直接取り付けられたプラズマ生成ユニットの第1の例を示す断面図である。このプラズマ生成ユニット14Aは、金属製のプラズマ室壁16及び誘電体窓17で気密に構成された円柱空間形状のプラズマ室18と、該プラズマ室18内に高密度プラズマ19を生成するため誘電体窓17の外周に巻かれたコイル20とで構成されている。円筒状に形成されたプラズマ室壁16の一端側は反応室1に接続され、他端側にクリーニングガス導入経路15が接続されている。また、コイル20には、高周波電源21の出力する高周波電力を整合器22を介して供給できるようになっている。

【0060】誘電体窓17の材質としては、コイル20の発する高周波電磁界をプラズマ室18内部に効率的に導入できるように、セラミクス等の誘電損の小さな物質が用いられている。放電状況を外部から見えるようにするために、石英などの透明の物質を用いてもよい。

【0061】また、高周波電源21の周波数は、通常13.56[MHz]を用いる。クリーニングガスの励起状態を最適化するために、他の周波数を用いることも可能である。また、高周波電力をパルス変調して用いることもできる。

【0062】このプラズマ生成ユニット14Aを用いてクリーニングガスを活性化させるには、プラズマ生成ユニット14A内にクリーニングガスを導入しながら、コイル20に高周波電力を印加する。それにより、高周波電界の作用でクリーニングガスが活性化され、活性化したクリーニングガスが反応室1内に導入される。従って、反応室1内の各部に付着した薄膜をエッチング作用により除去することができる。

【0063】図4はプラズマ生成ユニットの第2の例を示す断面図である。このプラズマ生成ユニット14Bで

は、図3の構成に加えて、プラズマ室18と反応室1をつなぐ通路途中に新たにゲート弁23を付加している。

【0064】このように、プラズマ生成ユニット14Bのプラズマ室18と反応室1をつなぐ経路上にゲート弁23を設けることにより、反応室1内の処理ガス（反応ガス）が、プラズマ生成ユニット14側へ流れ込むのを防ぐことができる。それ以外の構成は、図3の例と同じである。

【0065】図5はプラズマ生成ユニットの第3の例を示す断面図である。このプラズマ生成ユニット14Cでは、図4の構成に加えて、プラズマ室18と反応室1をつなぐ経路途中（ゲート弁23よりプラズマ室18側）に、新たにグリッド24を付加し、このグリッド24をアースに接続している。この場合、グリッド24は、金属メッシュ等の導電部材で構成し、絶縁リング25によりプラズマ室壁16と絶縁した状態で設けてある。

【0066】このように、プラズマ室18の出口側（反応室1との連通側）にアース接続されたグリッド24を設けたことにより、クリーニングガスの流れと共に反応室1側に流れっていく荷電粒子の量を減らすことができる。即ち、アース接続されたグリッド24の壁に荷電粒子が触れることで荷電粒子が電荷を失うため、プラズマ室18で生成したプラズマが、反応室1側へ流出するのを防ぐことができる。そのため、反応室1の内壁や上部電極6、基板載置台4の表面へのプラズマによる損傷を極力防止することができる。

【0067】図6はプラズマ生成ユニットの第4の例を示す断面図である。このプラズマ生成ユニット14Dでは、前記グリッド24に、スイッチ26の切り替えによって正または負の直流電圧を印加し得るようにしている。

【0068】図示の状態では、正の電圧をグリッド24に印加している。この状態では、正に帯電した荷電粒子27を、高密度プラズマ19側に押し返すことができる。また、スイッチ26を逆に切り替えて、グリッド24に負の電圧を印加した状態では、電子や負に帯電した荷電粒子を、高密度プラズマ19側に押し返すことができる。

【0069】即ち、グリッド24に正の電圧を印加した場合は、正に帯電した粒子（イオン）が、グリッド24の正の電圧で反発されて、グリッド24に近づけなくなる。このため、プラズマ室18から反応室1へ流れる正に帯電した粒子（イオン）の数を減らすことができる。

【0070】反対に、グリッド24に負の電圧を印加した場合は、負に帯電した粒子（電子や負イオン）が、グリッド24の負の電圧で反発されて、グリッド24に近づけなくなる。このため、プラズマ室18から反応室1へ流れる負に帯電した粒子（電子や負イオン）の数を減らすことができる。

【0071】図7はプラズマ生成ユニットの第5の例を

示す断面図である。このプラズマ生成ユニット14Eでは、プラズマ室18と反応室1をつなぐ経路途中に、間隔をおいて且つそれぞれ絶縁した状態で2段のグリッド28、29を設け、一方のグリッド28に正の直流電圧を印加し、他方のグリッド29に負の直流電圧を印加している。従って、このプラズマ生成ユニット14Eの場合は、正負の荷電粒子を、高密度プラズマ19側に押し返すことができ、反応室1内へ流れ込む荷電粒子の数を大幅に減らすことができる。

【0072】なお、図7の2段のグリッド28、29に加えて、さらにアースに接続されたグリッドを設ければ、荷電粒子流出の防止効果はさらに向上する。

【0073】上述したプラズマ生成ユニット14（14A～14E）のプラズマ室18で生成されるプラズマは通常高密度（ $\geq 1 \times 10^{11}$ [個/cm³]）であるために、プラズマと接する誘電体窓17やプラズマ室壁16の温度が上昇する。誘電体窓17やプラズマ室壁16が高温度になると、これら熱膨張係数の異なる部材は、接合部でずれを生じて、破損などの不具合を生じるおそれがある。また、部材の接合部には、気密に保つためのOリングが装着されることが多いが、プラズマから受ける熱によって、Oリングが溶けてしまうおそれもある。

【0074】そこで、図8に示すように、プラズマ室壁16の表面に冷却液循環用流路51を設けて、プラズマ室壁16の温度上昇を防ぐ構造をとることが好ましい。

【0075】あるいは、図9に示す例のように、誘導結合型のプラズマ源であることを利用して、誘導用のコイル20を銅製等のパイプで構成し、そのパイプの内部に冷却液を循環させることで、コイル20自身及び誘電体窓17を冷却する構造をとることがより好ましい。このようにすれば、冷却構造を簡素化することができ、誘導結合型プラズマ源を持つがゆえの利点を生かすことができる。

【0076】なお、図8の例では、プラズマ生成ユニット14を真空容器2の壁に取り付けるために、接合部としてフランジ52を設け、ボルトやクイックカップリングジョイントで容易に真空容器2と結合できるようにしている。

【0077】また、プラズマ室18を構成しているプラズマ室壁16や誘電体窓17は、円筒形にするのが構造上は望ましいが、図10に示すプラズマ生成ユニット14Fのように、角筒形（直方体筒形）としてもよい。高密度プラズマ生成の機能に関しては、形状が異なっても大差がないので、材料や周辺構造物との関係で適宜形状を変えてよい。

【0078】ただし、プラズマ室壁16や誘電体窓17を、図9に示すように円筒形にすると、部材の加工が簡単になり、低コストで製作できる利点がある上、プラズマ室の保守（ウェットクリーニング）を行う際に、角部がないことから簡単にできるという利点もある。一方、

10

20

30

40

50

プラズマ室壁16や誘電体窓17を、図10に示すように角筒形にした場合は、放電部の容積を変えずに外形を薄くしたい場合に有利である。

【0079】また、反応室の内部が複雑な形状であったり、設置されている部材が多く、プラズマ生成ユニットから導入されるクリーニングガスが、効率よく反応室の内部広く行き渡らない可能性のある場合には、図11に示すように、プラズマ生成ユニット14の出口にバッファ室56を設け、このバッファ室56から複数本のクリーニングガス輸送管55を延ばして、それらの先端を反応室1の複数箇所に接続することで、反応室1内に複数箇所からクリーニングガスを導入するようにしてもよい。そうすれば、反応室1内の各部に効率的にクリーニングガスをまわすことができる。

【0080】次に本発明の他の実施形態を説明する。図12は、本発明をエッチング装置に適用した例を示している。本エッチング装置の場合、基板3を載置する基板載置台4を、反応室1を構成する真空容器2の壁と絶縁して設け（基板載置台4と真空容器2間に絶縁材7を設けている）、この基板載置台4に対して、高周波電源9の出力する高周波電力を整合器8を介して印加できるようにになっている。また、基板載置台4と対向する上部電極6が、ガスシャワー板5を具備したアノード電極となっている。その他の構成は、図1のプラズマCVD装置と同じである。反応室1にクリーニングガス導入経路15を接続し、その経路15上にプラズマ生成ユニット14を設けている点も同じである。

【0081】本装置の動作は、前述したプラズマCVD装置とほとんど同じであり、使用する処理ガスは、基板3の表面に形成された薄膜をエッチングするためのガスである。エッチング対象の薄膜が酸化膜の場合は、処理ガスとして C_2F_6 、 CF_4 、 CHF_3 などを用いる。

【0082】基板3を処理する場合、まず、排気ポンプ10によって充分排気された反応室1内の基板載置台4の上面に、図示略の基板搬送手段によって基板3を搬送し載置する。基板3はエッチング対象膜の種類によって加熱することもあるが、通常はレジストなどが形成されているために冷却する。

【0083】次いで、ガス導入口12から所定流量の処理ガスを上部電極6に供給し、上部電極6の下面のシャワー板5から反応室1内にシャワー状に吹き出させる。そして、図示しない圧力測定器とコンダクタンス調節器11の作用により、反応室1内部の圧力を所定の値に保持する。

【0084】この状態で、高周波電源9の出力する高周波電力を、整合器8を介してカソード電極である基板載置台4に印加すると、反応室1内部にプラズマが生成され、基板3の上の薄膜がエッチングされる。

【0085】一方、反応室1のクリーニングは、被処理物である基板3の処理を1回以上行った後、基板3のな

い状態で行う。反応室1から基板3を搬出した後、プラズマ生成ユニット14の内部にクリーニングガス導入経路15から、薄膜を除去するためのエッチングガス（クリーニングガス）を導入する。そして、プラズマ生成ユニット14で活性化されたクリーニングガスを反応室61内に導入することにより、反応室61内部をクリーニングする。このクリーニングについては、前述したプラズマCVD装置の場合と同様である。

【0086】図13は、本発明を熱CVD装置に適用した例を示している。この装置の反応室61は石英などの反応室壁62で気密に構成され、反応室壁62の外側にはヒータ63が設けられ、反応室61全体をヒータ63で加熱する構造になっている。ヒータ63の外側にはヒータカバー64が設けられ、ヒータ63の発する熱が外に逃げないようにしている。反応室61の内底部には、基板載置ピン65が複数本突設され、これら基板載置ピン65の上に基板69を載置するようになっている。

【0087】そして、反応室61の一方の側面にガス輸送管路50が接続され、そのガス輸送管路50に、反応ガスを導入するためのガス導入管路66と、プラズマ生成ユニット14を備えたクリーニングガス導入経路15とが接続されている。また、反対側の側面に、コンダクタンス調節器11を介して排気ポンプ10につながる排気管路63が接続されている。

【0088】次に本装置の動作について説明する。基板69を処理する場合は、まず、排気ポンプ10によって充分排気された反応室61内の基板載置ピン65上に、図示しない基板搬送機構によって、被処理物である基板69を搬送し載せる。この状態で、基板69を、ヒータ63によって加熱する。

【0089】所定温度に基板69を加熱したら、ガス導入口66から所定流量の反応性ガスを反応室61内に導入し、図示しない圧力測定器とコンダクタンス調節器11の作用により、反応室1内部の圧力を所定の値に保持する。これにより、加熱された基板69と加熱されたガスの反応が基板69の表面で生じて、基板69の表面に薄膜が生成される。

【0090】このとき、反応室壁62の表面や、基板載置ピン65にも薄膜が付着する。基板69は、処理が終わると、図示しない基板搬送機構により、反応室61の外に搬出され、新たに処理すべき基板69が搬入される。これが繰り返し行われるうち、反応室1内の各部に付着した薄膜は少しずつ厚くなり、不具合の原因となることは、前述のプラズマCVD装置の場合と同様である。

【0091】このため、プラズマCVD装置と同様に、反応室61内を定期的にクリーニングする。クリーニングは、被処理物である基板69の処理を1回以上行った後、基板69のない状態で行う。

【0092】クリーニングを行う際には、反応室61から基板69を搬送した後、プラズマ生成ユニット14の内部にクリーニングガス導入経路15から、薄膜を除去するためのエッチングガス(クリーニングガス)を導入する。そして、プラズマ生成ユニット14で活性化されたクリーニングガスを反応室61内に導入することにより、反応室61内部をクリーニングする。このクリーニングについては、前述したプラズマCVD装置の場合と同様である。

【0093】図14は、本発明を大気圧で基板を処理する装置に適用した例を示している。反応室1はアルミニウムなどの金属材料製の真空容器2で気密に構成され、内部に被処理物である基板3を載置する基板載置台4が設けられている。基板載置台4の対向する上部には、ガス導入口12から導入された反応性ガスを、反応室1の内部に供給するためのガス供給板75が設けられている。

【0094】また、反応室1には、除害設備等に向けてガスを排気する排気管78が弁76を介して接続されると共に、反応室1内を減圧するための排気ポンプ10が、弁37及びコンダクタンス調整器11を介して接続されている。また、反応室1の側面には、プラズマ生成ユニット14を備えたクリーニングガス導入経路15が接続されている。

【0095】次に本装置の動作について説明する。基板3を処理する場合は、反応室1を大気圧状態にし、図示しない基板搬送機構により、被処理物である基板3を基板載置台4の上に搬送する。この状態で、基板3を図示しないヒータによって加熱し所定の温度に保持する。

【0096】この状態で、ガス導入口12から所定の流量の反応性ガスを反応室1内に導入し、基板3の上に薄膜を形成する。この時、反応室1における基板3の処理は大気圧で行うため、弁76を開、弁77を開状態にして、反応室1に導入されたガスを、排気管78を通して除害設備等に向かって排気する。

【0097】次に、反応室1のクリーニングは、被処理物である基板3の処理を1回以上行った後、基板3のない状態で行う。反応室1内の各部材のクリーニングを行う場合は、反応室1を減圧状態にする必要があるため、弁76を閉じ、弁77を開いて、反応室1内のガスを排気し、排気コンダクタンスを変えて反応室1内の圧力を所定の値に保持する。

【0098】次いで、プラズマ生成ユニット14にクリーニングガス導入経路15から、薄膜を除去するためのクリーニングガスを導入し、プラズマ生成ユニット14で活性化させたクリーニングガスを反応室1内に導入して、反応室1内の各部の表面に付着した薄膜をエッチング作用により除去し、除去した物質をクリーニングガスと共に反応室1の外部に排気する。この場合のクリーニングガスとしては、前述したものと同様に、 C_2F_6 、C

F_2 、 NF_3 、 N_2 、 N_2O 、 O_2 の中から選択して組合わせて用いる。

【0099】図15は、本発明を適用した更に別の実施形態のプラズマCVD装置を示している。図示するプラズマCVD装置は、図19に示した従来例と類似のものであるので、異なる点のみを詳しく説明し、同一要素には図中同符号を付して説明を省略する。

【0100】この装置では、セラミックドーム103の天井部のシャワー板(図19の符号105で示すもの)と、それにつながるガス供給管(図19の符号153で示すもの)を省略している。代わりに、下部構造体106の側面部に、プラズマ生成ユニット114を装備したクリーニングガス導入経路117を接続している。また、ターボ分子ポンプ107をバイパスするバルブ136付きのバイパスライン135を下部構造体106の側面部に接続している。このバイパスライン135を設けたのは、HDP-CVD装置の場合、成膜圧力が数Paと低く、クリーニング時に反応室100内の圧力を成膜時より2倍以上高く設定する必要があるためである。バイパスライン135の使用時にはターボ分子ポンプ107の前後のバルブは閉じる。

【0101】プラズマ生成ユニット114は、図16に詳細な構造を示すように、反応室100を構成する下部構造体106のベルマウス部115(図15参照)に接続されるアルミニウム製のL字管状の反応室ポート121と、石英またはセラミック製の放電管部122と、アルミニウム製のガス導入管部123と、放電管部122の外周に巻かれた放電用コイル128と、プラズマ放電用高周波電源130からなる。反応室ポート121、放電管部122、ガス導入管部123は気密に接合されることで、1本のクリーニングガス通路を構成しており、ガス導入管部123のガス導入ポート124に、図15に示すように、バルブ116を介してクリーニングガス導入経路117が接続されている。

【0102】次に、基板の処理に関しては前述したので、反応室100のクリーニング方法について説明する。ここで実施するクリーニング方法は、反応室100内でプラズマを生成して反応室100内をクリーニングするのではなく、別の場所、つまり反応室100の外部に配設したプラズマ生成ユニット114でプラズマを生成し、該プラズマで活性化させたクリーニングガスを反応室100内に導入して、反応室100内のクリーニングを行うものである。

【0103】クリーニングの際には、クリーニングガス導入経路117からクリーニングガスを反応室100内に導入する。その際、経路途中に設けたプラズマ生成ユニット114のコイル128に高周波電源130より高周波電力を印加することで、放電管部122内に高密度のプラズマを生成し、該プラズマにより、通過するクリーニングガスを活性化し、活性化した状態のクリーニン

10

20

30

40

50

グガスを反応室100内に導入する。それにより、反応室100内の種々の部材の表面に付着した薄膜をエッチング作用により除去することができ、除去物質をパイプライン135を経て、クリーニングガスと共に反応室1の外部に排気することができる。

【0104】この場合、反応室100内のクリーニングガス導入部分にベルマウス部115を設けたので、その形状（ラッパの出口のように広がる形状）の効果により、反応室100内に広くクリーニングガスの活性種が拡散することになり、反応室100全体にクリーニング

効果を広げることができる。
【0105】なお、プラズマ中のラジカル（中性の活性反応種）のみを、反応室100内に導入しようとする場合には、前述した実施形態（図5、図6、図7参照）のように、反応室ポート122内にアース接続したグリッドを配設すればよいし、場合によっては、グリッドに正または負の直流電圧を印加すればよい。その際、グリッドは、金属製（アルミ製等）のメッシュあるいはパンチングメタル等を利用することができる。

【0106】このように、プラズマ生成ユニット114の出口側にグリッドを配設した場合には、プラズマが反応室100の中に入るのを阻止し、ラジカルのみを反応室100内に導入することができる。従って、静電チャック101部分のダメージを減らしながら、反応室100内のクリーニングを実施することができる。

【0107】図17は、図15の例のようにクリーニングガス導入経路117を反応室100を構成する下部構造106に接続するのではなく、クリーニングガス導入経路163を、反応室100の天井部に設けたガス吹出部165に接続し、該クリーニングガス導入経路163の先端にプラズマ生成ユニット114を設けた例を示している。このように、クリーニングガスの導入部が、

適宜変更することができる。
【0108】なお、上述の各実施形態におけるプラズマ生成ユニットのプラズマ放電用の高周波電源20、130に、タイムモジュレーション機能（13、56MHzの正弦波を断続的に発生させる機能）を持たせ、該機能のデューティ比（ON時間とOFF時間の比）を操作することにより、発生するプラズマの電子温度を制御して、クリーニングに寄与する活性種の生成量の増加を

実現することもできる。
【0109】また、上記の例では、平行平板型プラズマCVD装置、エッチング装置、熱CVD装置、HDP-CVD装置に本発明を適用した場合を説明したが、その他のECR型CVD装置にも本発明は適用することができる。また、半導体用製造装置だけではなく、LCD用製造装置にも本発明は適用可能である。

【0110】また、上記実施形態では、クリーニング時間の全体を、外部に設けたプラズマ生成ユニット14（14A～14F）、114からの活性化されたクリー

ニングガスの導入で賄う場合を説明したが、ある段階までエッチングを早めるために、反応室1、100内で直接プラズマを生成してクリーニングを実施し、その後、ゆっくりとむらなくエッチングするために、外部のプラズマ生成ユニット14から活性化されたクリーニングガスのみを導入して、反応室内のクリーニングを行うようにすることも可能である。

【0111】

【発明の効果】以上説明したように、請求項1及び2の発明によれば、反応室の外にプラズマ生成ユニットを設けることによって、反応室のクリーニングを中性活性種を主体にして行うことができる。従って、従来のようにプラズマによって反応室内部の部材が消耗するのを大きく抑制することができる。

【0112】また、従来のプラズマを用いたインサイチュークリーニングでは、プラズマの不均一による反応室各部の消耗のバラツキが大きかったため、反応室内部の部材の消耗が部分的に激しく生じ、結局部材の交換頻度が高くなるという問題があったが、本発明では、中性活性種によるインサイチュークリーニングを実現すること

ができるため、クリーニング速度にバラツキがあっても、反応室の部材が部分的に激しく消耗するのを回避することができる。
【0113】従って、ダメージの少ないクリーニングが可能であり、従来装置においてプラズマの届かなかったところでも、クリーニングすることができる。また、平均したクリーニング効果を高めることができるので、パーティクルの発生周期が長くなることにより、処理装置の移動率を上げることにもできるし、部品交換回数を減らすこともできる。

【0114】また、請求項3の発明によれば、プラズマ生成ユニットのプラズマ源として、誘導結合型のプラズマ源を用いるので、マイクロ波型のプラズマ源を利用する場合と比べて、高周波電源の周波数を2桁程度小さくすることができる。また、誘導結合型の場合は、マイクロ波型に比べて構造をシンプルにすることができ、安価に構成できる。その理由としては、次のことが挙げられる。

【0115】（a）まず、マイクロ波型の場合は、放電管を冷却するための冷却構造を別途設ける必要があるが、誘導結合型の場合は、パイプで誘導コイルを構成することができるので、その中に冷却水を通すことで、冷却構造を簡素化することができる。

【0116】（b）マイクロ波型の場合は、放電部からのマイクロ波の漏洩防止のため、厳重なシールドが必要であり、このため構造が複雑で高価になる。例えば、リング等の誘電損失の大きな部品を使う場合には、マイクロ波に晒されないような特別なシールドの工夫が必要となる。これに対し、誘導結合型の場合は、発振器の周波数に13、56（MHz）以下を利用することができ

るので、シールド等は比較的簡単な構造でよくなる。

【0117】(c) マイクロ波型の場合は、マイクロ波電力を放電管に導入するための導波管の占有スペースが大きい。誘導結合型の場合は、整合器のみ放電管の付近に設置すればよいので、占有スペースを小さくできる。

【0118】(d) マイクロ波型の場合は、容易に放電できる放電管内圧力の範囲が10 (mTorr) ~ 1 (Torr) と比較的狭く、プラズマ点火のためのイグニッション機構を別に設ける必要がある場合があるが、誘導結合型の場合は、容易に放電できる放電管内圧力の範囲が0.1 (mTorr) ~ 30 (Torr) と広いので、イグニッションキー機構を設ける必要がない。

【0119】請求項4の発明によれば、反応室とプラズマ生成ユニットのプラズマ室との間にゲート弁を設けたので、反応室内で処理中のガスがプラズマ生成ユニット側へ流れ込むのを防止することができる。

【0120】請求項5の発明によれば、グリッドの電気的な作用により、プラズマ生成ユニットから反応室側へ流れ込む荷電粒子の量を減らすことができ、クリーニングガスのラジカルのみを反応室内に導入することができる。

【0121】この場合、請求項6の発明のようにグリッドをアースに接続することで、プラズマ生成ユニットから反応室側へ流れる荷電粒子の量を著しく減らすことができる。また、請求項7の発明のようにグリッドに正の直流電圧を印加することで、プラズマ生成ユニットから反応室側へ流れる正に帯電した粒子(イオン)の数を減らすことができる。また、請求項8の発明のように、グリッドに負の直流電圧を印加することで、プラズマ室から反応室側へ流れる負に帯電した粒子(電子や負イオン)の数を減らすことができる。

【0122】また、請求項9の発明のように、グリッドを2段に設け、一方のグリッドに正の直流電圧を印加し、他方のグリッドに負の直流電圧を印加することで、正負の荷電粒子を、それぞれ電気的な力でプラズマ生成ユニット側に押し返すことができ、反応室内への荷電粒子の流入を有効に阻止することができる。

【0123】また、請求項10の発明のように、誘導結合型のプラズマ源のコイルに高周波電力を印加するための高周波電源に、正弦波を断続的に発生させるタイムモジュレーション機能を持たせることで、さらにダメージの少ないクリーニングを実現することができる。

【0124】また、請求項11の発明のように、プラズマ生成ユニットから流出する活性化されたクリーニングガスを、反応室の少なくとも2カ所以上の場所から反応室内に供給するように構成することで、反応室全体にクリーニングガスを拡散させることができ、クリーニング効果を反応室全体に広げることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明をプラズマCVD装置に適用した例を示す断面図である。

【図2】図1の変形例として示すプラズマCVD装置の断面図である。

【図3】図1または図2のプラズマCVD装置に装備されたプラズマ生成ユニットの構造の第1の例を示す断面図である。

【図4】同プラズマ生成ユニットの第2の例を示す断面図である。

【図5】同プラズマ生成ユニットの第3の例を示す断面図である。

【図6】同プラズマ生成ユニットの第4の例を示す断面図である。

【図7】同プラズマ生成ユニットの第5の例を示す断面図である。

【図8】同プラズマ生成ユニットの冷却構造例を示す断面図である。

【図9】同プラズマ生成ユニットの冷却構造の他の例を示す斜視図である。

【図10】同プラズマ生成ユニットの形状を変えた例を示す斜視図である。

【図11】同プラズマ生成ユニットから反応室までのクリーニング導入経路を複数に分割した例を示す断面図である。

【図12】本発明をプラズマエッチング装置に適用した例を示す断面図である。

【図13】本発明を熱CVD装置に適用した例を示す断面図である。

【図14】本発明を大気圧で処理する装置に適用した例を示す断面図である。

【図15】本発明を別のタイプのプラズマCVD装置に適用した例を示す断面図である。

【図16】図15のプラズマ生成ユニット114の詳細構造を示す図である。

【図17】図15の変形例を示す図である。

【図18】従来の平行平板型のプラズマCVD装置の構成を示す断面図である。

【図19】従来の誘導結合型のプラズマCVD装置の構成を示す断面図である。

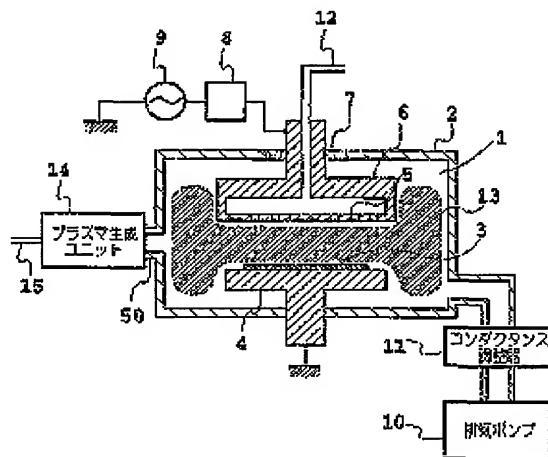
【符号の説明】

- 1 反応室
- 2 真空容器
- 3 基板
- 4 基板載置台
- 5 ガスシャワー板
- 6 上部電極
- 8 整合器
- 9 高周波電源
- 10 排気ポンプ
- 11 コンダクタンス調整器

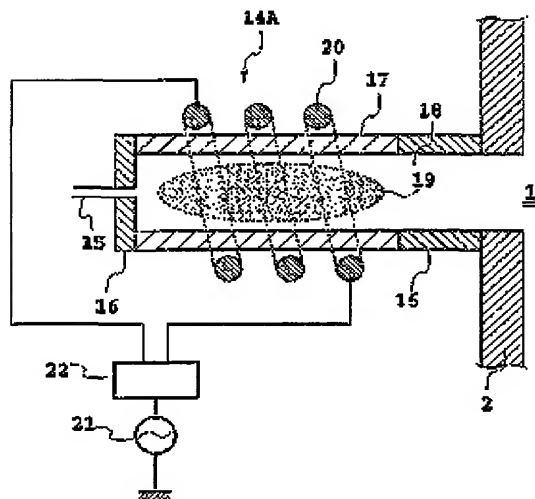
21

- 12 ガス導入口
- 13 プラズマ
- 14、14A～14F プラズマ生成ユニット
- 15 クリーニングガス導入経路
- 16 プラズマ室壁
- 17 誘電体窓
- 18 プラズマ室
- 19 高密度プラズマ
- 20 コイル
- 21 高周波電源
- 22 整合器
- 23 ゲート弁
- 24、28、29 グリッド
- 25 絶縁リング
- 26 スイッチ

【図1】



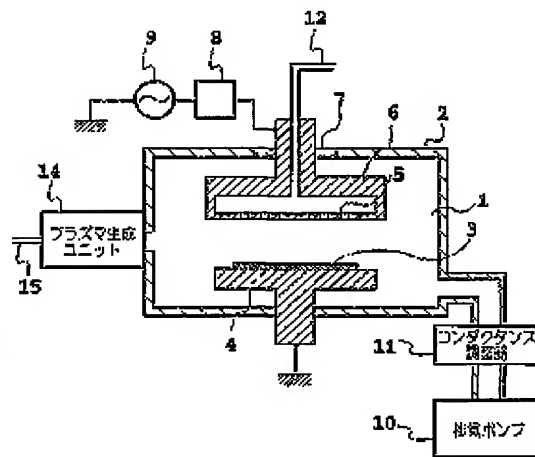
【図3】



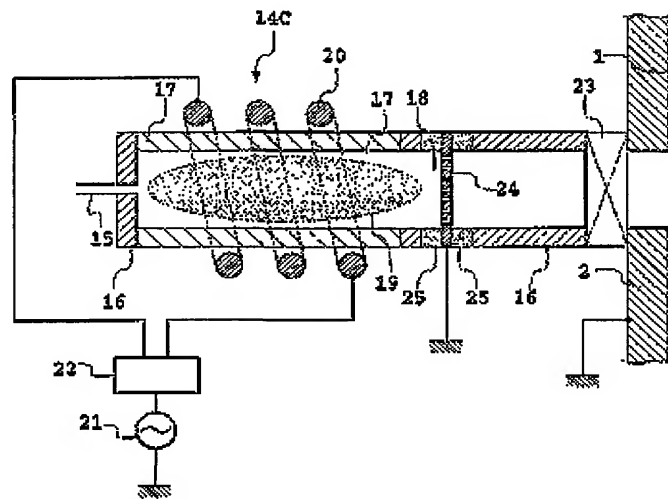
22

- * 27 正に帯電した荷電粒子
- 50 ガス輸送管
- 51 冷却液循環路
- 55 クリーニングガス輸送管路
- 56 バッファ室
- 61 反応室
- 62 反応室壁
- 63 ヒータ
- 66 ガス導入管路
- 100 反応室
- 103 セラミックドーム
- 104 コイル
- 106 下部構造体
- 114 プラズマ生成ユニット
- * 117、163 クリーニングガス導入経路

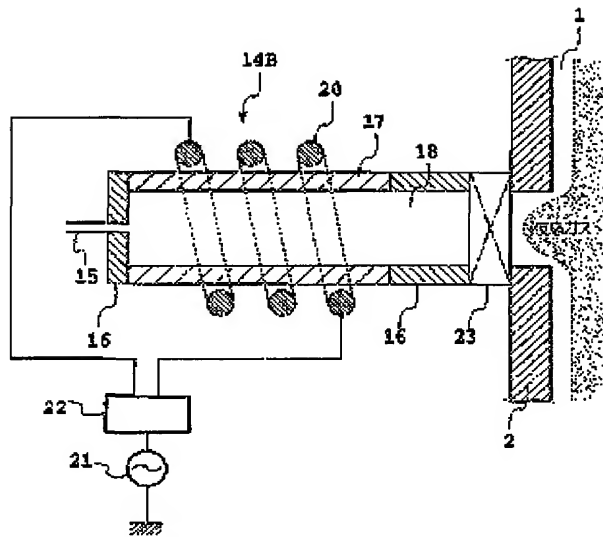
【図2】



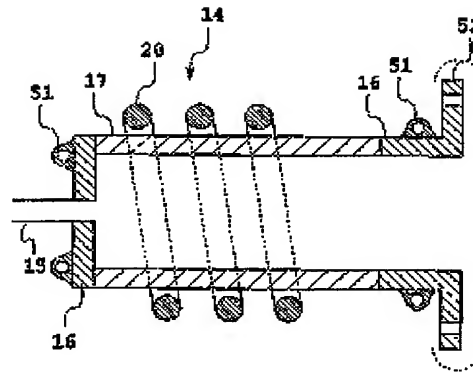
【図5】



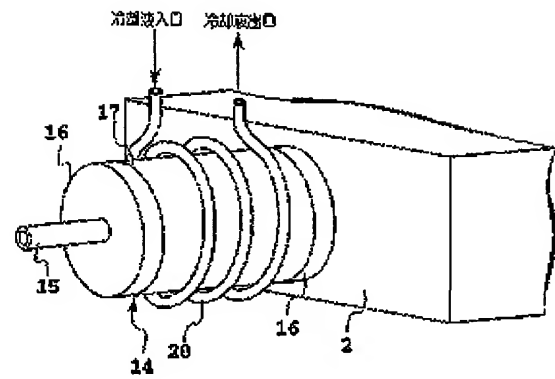
【図4】



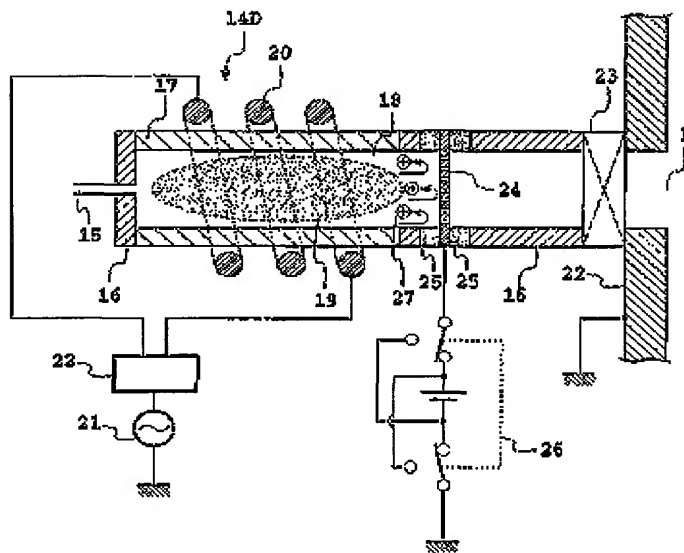
【図8】



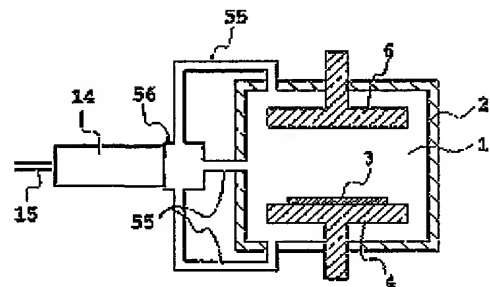
【図9】



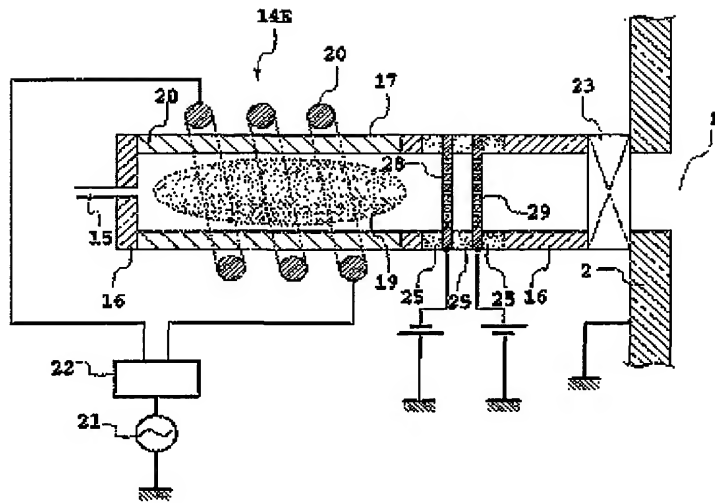
【図6】



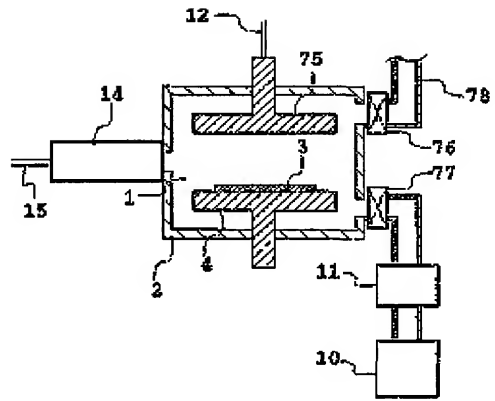
【図11】



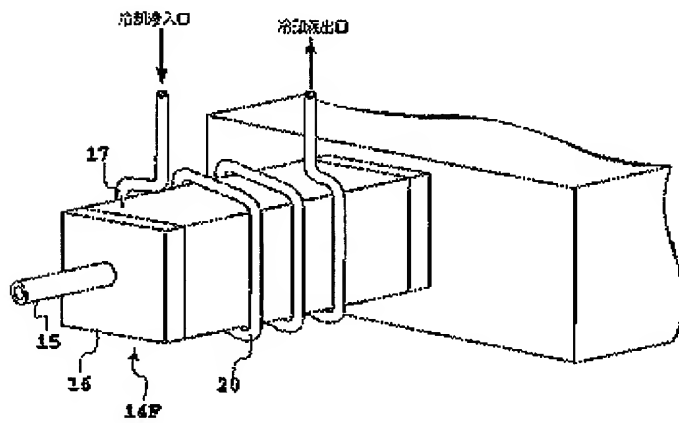
【図7】



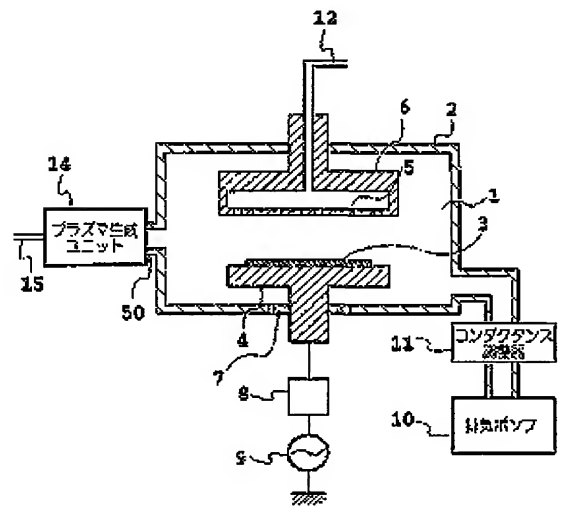
【図14】



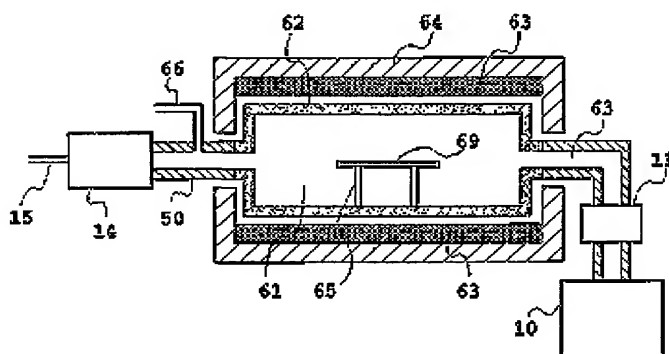
【図10】



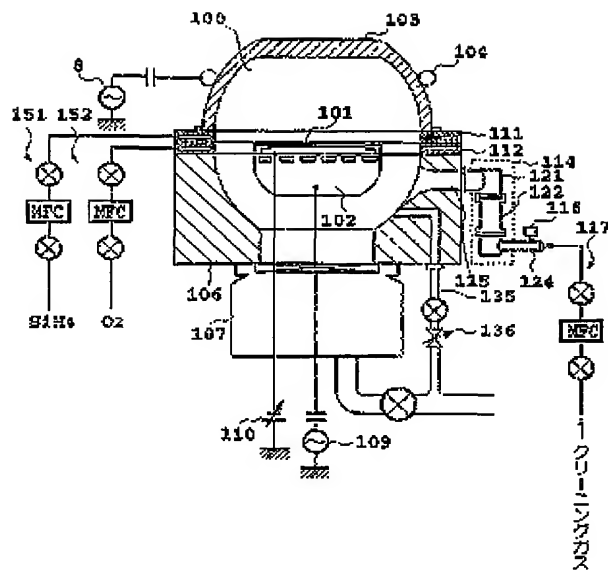
【図12】



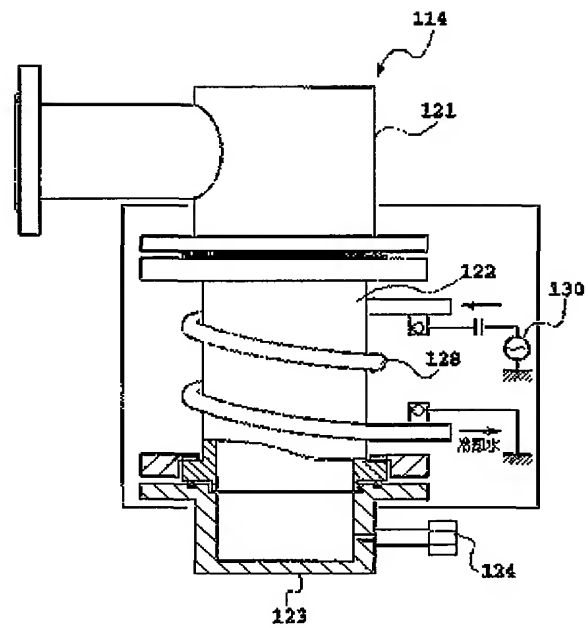
【図13】



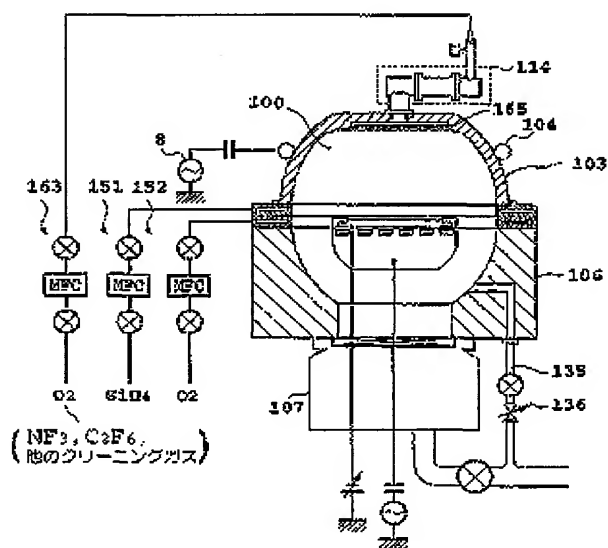
【図15】



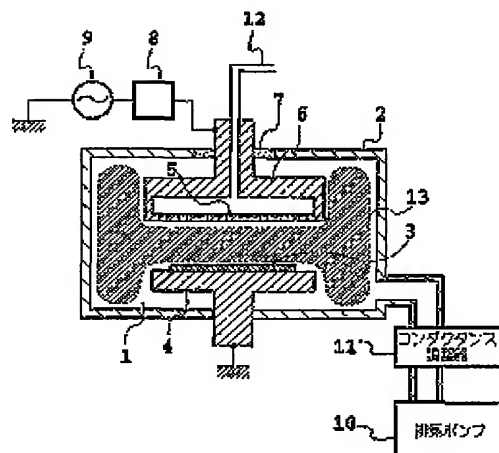
【図16】



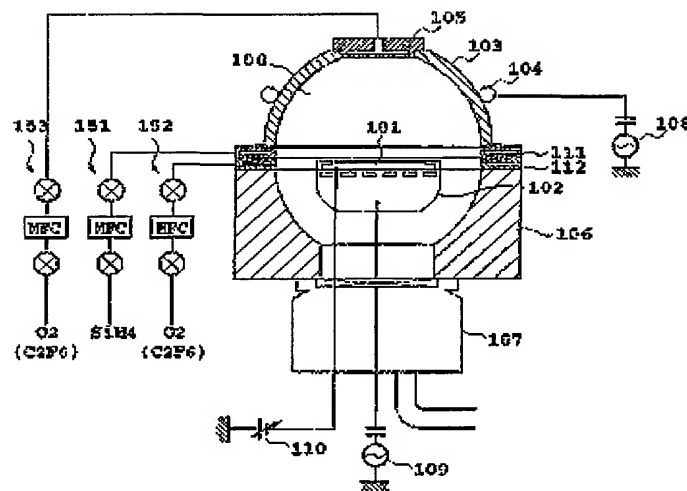
【図17】



【図18】



【図19】



フロントページの続き

(72)発明者 巻口 一誠
東京都中野区東中野三丁目14番20号 国際
電気株式会社内
(72)発明者 佐藤 崇之
東京都中野区東中野三丁目14番20号 国際
電気株式会社内

F ターム(参考) 4K029 DA09
4K030 DA06
4K057 DA20 DD01 DM04 DM28 DM33
DM37 DM39
5F004 AA01 AA06 AA15 BA03 BA04
BA20 BB12 BB13 BB29 DA00
DA01 DA02 DA16 DA17 DA25
DA26
5F045 AA08 AC02 BB14 EB03 EB06
EH18 EH20 EK05